

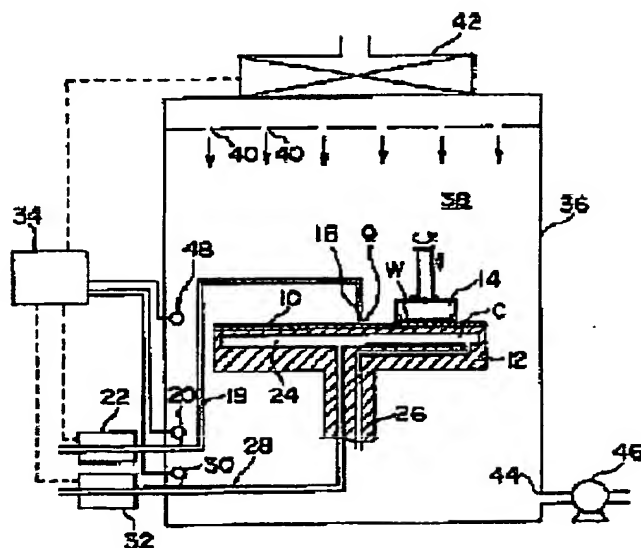
POLISHING DEVICE AND POLISHING METHOD

Also published as:

EP0894570 (A2)
US6416384 (B1)
EP0894570 (A3)
EP0894570 (B1)

Abstract of JP11042551

SOLUTION: A temperature sensor 48 for detecting room temperature is fitted into a specified place of a polishing room 38, and its output is inputted to a control device 34. The control device 34 sends a control signal to an air conditioner 42 on the basis of the detected temperature and the value of previously inputted set polishing temperature and controls the supply air temperature of the air conditioner 42. Polishing temperature is regulated taking account of the temperature of polishing space 38 in addition to the respective temperature of a polishing solution and a heat reserving medium for regulating the temperature of a polishing tool. The polishing temperature is the temperature of a contact face between the surface of a polished wafer and the surface of a table on the polishing side or the surface of polishing cloth provided on the table 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-42551

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

Z

H 0 1 L 21/304

3 2 1

H 0 1 L 21/304

3 2 1 M

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-219148

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月30日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 川本 孝善

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72) 発明者 木村 憲雄

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72) 発明者 吉田 博

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

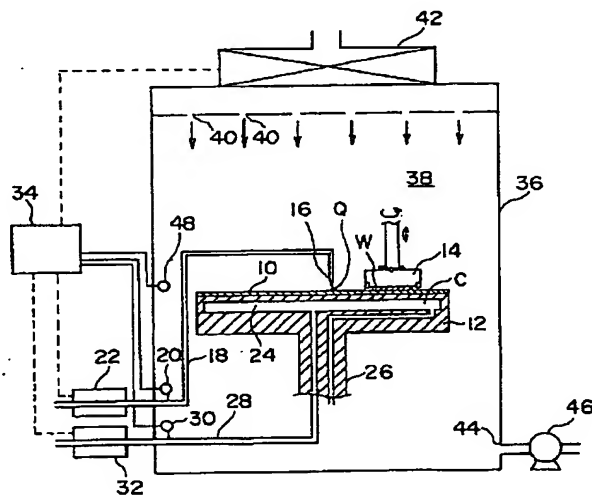
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨装置及び研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 被研磨材間あるいは1つの被研磨材における厚さの不均一性を改善し、かつ研磨の終点制御を容易にすることができる研磨装置及び方法を提供する。

【解決手段】 被研磨材Wの研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液Qを供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、研磨装置を収容する部屋の温度を所定温度に制御する温度制御装置を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被研磨材の研磨面を研磨工具面に押圧し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を少なくとも1つの可変因子として前記接触面における研磨温度を制御する研磨温度制御装置を設けたことを特徴とする研磨装置。

【請求項2】 前記研磨装置を収容する空間の温度を所定温度に制御する空間温度制御装置を有することを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項3】 前記研磨液の温度を所定温度に制御する研磨液温度制御装置と、前記研磨工具内に設けた流路内の流体温度を制御するための研磨工具温度制御装置を設けたことを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項4】 前記研磨面の温度を検出する検出手段を設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項5】 前記空間温度制御装置は、前記空間内に上方から下方に向けて下降する流れとして供給する空気の温度を制御するものであることを特徴とする請求項2に記載の研磨装置。

【請求項6】 被研磨材の研磨面を研磨工具面に押圧し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を直接又は間接に測定する空間温度センサと、この測定温度を前記接触面における研磨温度の制御用のデータとして用いる研磨温度制御装置を設けたことを特徴とする研磨装置。

【請求項7】 被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行う研磨方法において、研磨液の温度及び研磨工具の流路内の流体温度及び研磨装置を収容する研磨室の温度を制御し、研磨面の温度を研磨目標温度とすることを特徴とする研磨方法。

【請求項8】 前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度がほぼ同一温度であることを特徴とする請求項7に記載の研磨方法。

【請求項9】 前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度を研磨面の検出温度に基づいて制御することを特徴とする請求項7に記載の研磨方法。

【請求項10】 被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨方法において、前記研磨液の温度を、研磨装置を収容する空間の温度と、研磨目標温度とに基づいて制御することを特徴とする研磨方法。

【請求項11】 研磨工具を所定温度に保温する保温流路に対して供給する保温媒体の温度を制御することを特徴とする請求項10に記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨装置に係り、特に、半導体ウエハ等の被研磨材を平坦かつ鏡面状に研磨する研磨装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。これに伴い、光リソグラフィなどで回路形成を行なう場合に焦点深度が浅くなるので、ステップの結像面のより高い平坦度を必要とする。

【0003】半導体ウエハの表面を平坦化する手段として、研磨工具（例えば、研磨クロスを有する研磨テーブル）と、該研磨テーブルに対して被研磨材を把持してその研磨面を押圧する把持部材とを有し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら工具と研磨面を相対的に摺動させることにより研磨を行なう研磨装置が知られている。このような装置は、研磨液として砥液を用いて機械的な研磨を行なうだけでなく、場合によりアルカリ性や酸性の研磨液を用いて化学的作用を伴う研磨を行なう。

【0004】このような研磨装置において、被研磨材の表層の除去速度（研磨速度）を支配する要因としては、ウエハの研磨工具（研磨クロス）への押し付け圧力、摺動速度等の他、研磨面の温度（研磨温度）も影響することが指摘されている。このような研磨速度を一定に制御することは、平坦度を向上させるだけでなく、研磨の終了時点を確認する終点検出のためにも重要なことである。

【0005】従って、一枚のウエハの中での平坦度を向上させること、ウエハとウエハの間での平坦度のバラツキを小さくすること、研磨の終点検出を的確に行うためには、研磨面の温度を意図した温度に制御することが必要である。ウエハとウエハの間での平坦度のバラツキを小さくすることは、複数のウエハを順次研磨する場合に再現性を良くすることができるので、特に意味のあることである。

【0006】さらに、この研磨温度は、例えば、酸化膜と窒化膜、あるいは、タングステン膜、チタン膜、チタンナイトライドと酸化膜等のメタル膜とバリアメタル膜のように素材の異なる成膜を同時に研磨する場合にその選択比を規定する要因ともなる。

【0007】研磨温度は、研磨に伴い発生する摩擦熱と、研磨面に供給されるスラリーによってもたらされるあるいは除去される熱と、ウエハ保持部及び研磨工具を介して除去される熱等のバランスで決まることが予想される。従って、供給スラリー温度を一定に制御したり、研磨テーブルを一定温度に維持するための冷却流路を設けたりすることが行われている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の

ように供給スラリー温度や研磨テーブルの温度を制御しても、これらの手段のみで研磨面そのものの温度を、目標とする温度に維持することは困難であった。これにより、複数の被研磨材間の厚さのバラツキ、あるいは1つの被研磨材における面内不均一性が発生した。このようなバラツキは、予定厚さにおいて研磨を終了する終点制御を難しくする。

【0009】この発明は、前記の課題に鑑みてなされたもので、被研磨材間あるいは1つの被研磨材における厚さの不均一性を改善し、かつ研磨の終点制御を容易にすることができる研磨装置及び方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、被研磨材の研磨面を研磨工具面に押圧し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を少なくとも1つの可変因子として前記接触面における研磨温度を制御する研磨温度制御装置を設けたことを特徴とする研磨装置である。

【0011】これにより、空間の温度を、例えば、研磨目標温度に合わせて制御して正確な研磨温度制御を行なうことができ、研磨厚さのバラツキのない、良好な品質の研磨を行なうことができる。なお、ここでの「研磨装置を収容する空間」とは、研磨装置を、半導体製造工程が行われるクリーンルームや清浄な被研磨材が収容される空間から壁体等で仕切る程度の小さい空間、あるいはそのように区画していない研磨装置を収容する任意の空間を言う。通常、空間に給気手段と排気手段とを設け、給気手段に温度制御手段を設けて空間の温度を制御する。

【0012】請求項2に記載の発明は、前記研磨装置を収容する空間の温度を所定温度に制御する空間温度制御装置を有することを特徴とする請求項1に記載の研磨装置である。この所定温度は、予め研磨目標温度に近い値として設定し、例えば、気温の変化の影響を研磨温度に及ぼさないようにする。

【0013】請求項3に記載の発明は、前記研磨液の温度を所定温度に制御する研磨液温度制御装置と、前記研磨工具内に設けた流路内の流体温度を制御するための研磨工具温度制御装置を設けたことを特徴とする請求項1に記載の研磨装置である。これらは、研磨温度に大きな影響を与える重要なパラメータかつ制御因子であり、これらと空間温度を制御することにより、正確な研磨温度制御が行われる。

【0014】請求項4に記載の発明は、前記研磨面の温度を検出する検出手段を設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の研磨装置である。制御対象の温度を直接又は間接に検出することにより、より正確な制御が行われる。

【0015】請求項5に記載の発明は、前記空間温度制御装置は、前記空間内に上方から下方に向けて下降する流れとして供給する空気の流れを制御するものであることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置である。これにより、塵埃の巻き上がりがなく、かつ、空気の流れが一方方向になり、温度の制御と清浄度の維持が容易になる。

【0016】請求項6に記載の発明は、被研磨材の研磨面を研磨工具面に押圧し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を直接又は間接に測定する空間温度センサと、この測定温度を前記接触面における研磨温度の制御用のデータとして用いる研磨温度制御装置を設けたことを特徴とする研磨装置である。

【0017】研磨装置は、通常、被研磨材の保持手段と、被研磨材の研磨面に押圧される研磨工具面を有する研磨工具と、これらの接触面間に研磨液を供給する研磨液供給手段とを有する。研磨装置を収容する空間は、通常、壁体で仕切り、被研磨材を出し入れする開口部（ドア）を設ける。

【0018】研磨温度制御装置は、前記空間温度センサの測定温度に基づいて、例えば、研磨工具の温度や研磨液の温度を制御することにより、接触面における研磨温度を制御する。ここで、さらに空間の温度自体を制御してもよく、また、接触面における温度計測手段を設けて、この測定温度を基に研磨温度を制御してもよい。接触面の温度計測手段としては、研磨工具面の表面温度を測るものでも、被研磨材の表面温度を直接測るものでもよい。

【0019】請求項7に記載の発明は、被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行う研磨方法において、研磨液の温度及び研磨工具の流路内の流体温度及び研磨装置を収容する研磨室の温度を制御し、研磨面の温度を研磨目標温度とすることを特徴とする研磨方法である。

【0020】請求項8に記載の発明は、前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度がほぼ同一温度であることを特徴とする請求項7に記載の研磨方法である。これらは研磨温度に影響する大きな因子であり、これらを全て一致させることで研磨温度の制御が正確かつ簡単に行える。

【0021】請求項9に記載の発明は、前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度を研磨面の検出温度に基づいて制御することを特徴とする請求項7に記載の研磨方法である。

【0022】請求項10に記載の発明は、被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なう

研磨方法において、前記研磨液の温度を、研磨装置を収容する空間の温度と、研磨目標温度とに基づいて制御することを特徴とする研磨方法である。

【0023】請求項11に記載の発明は、研磨工具を所定温度に保温する保温流路に対して供給する保温媒体の温度を制御することを特徴とする請求項10に記載の研磨方法である。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る研磨装置の実施の形態を図1に基づいて説明する。この研磨装置は、上面にクロス（研磨布）10を取り付けた研磨テーブル12と、下面に半導体ウエハWを保持しつつクロス10に押しつけるトップリング14と、研磨布10に研磨砥液Qを供給する砥液ノズル16とを具備している。

【0025】図示されていないが、研磨テーブル12とトップリング14にはそれぞれを独立に回転させる駆動装置が設けられ、また、トップリング14を研磨テーブル12に対して押し付ける押圧手段（例えば、エアシリンダ）が設けられている。また、研磨液ノズル16に配管18を介して研磨液Qを供給する研磨液供給系が設けられ、これの所定位置には、供給研磨液の温度を検出する温度センサ20と、研磨液を加熱又は冷却する研磨液温度調整手段22が設けられている。

【0026】さらに研磨テーブル12には、内部に冷却媒体（保温媒体）Cを流通させる保温媒体空間24が形成され、これは研磨テーブル12を支持する回転軸26を介して外部の保温媒体供給配管28に接続されている。この保温媒体供給系にも供給保温媒体Cの温度を検出する温度センサ30と、研磨液Qを加熱又は冷却する保温媒体温度調整手段32が設けられている。これらの温度センサ20、30の出力は制御装置34に入力され、また、温度調整手段22、32には制御装置34からの制御信号が出力されるようになっている。

【0027】この研磨装置は、仕切壁36により周囲空間から区画して構成された研磨室（研磨空間）38に収容され、この空間には、外部から空気を取り入れて、フィルタにより塵埃を除去し、さらに温度、湿度を調整して研磨室38の上部から複数の噴き出し口40より均一に分散して供給する空調装置42が設けられている。また、下部の排気口44からミストや研磨粒子を含む空気を排気する排気ポンプ46が設けられている。

【0028】このような構成により、研磨室38内に均一な清浄空気の下降流が形成され、砥液や研磨により発生した粒子がこの下降流に沿って流れるので、これらを巻き上げて被研磨材を汚染することが防止される。なお、ここでは、下部からの排気を外部系に排出しているが、排気の一部あるいは全部を循環して使用したり、場合により給気と排気の熱交換を行って熱の効率利用を図ってもよい。

【0029】この例では、この研磨室38の圧力を、研

磨装置に隣接するユニット、例えば、研磨済みの被研磨材Wを洗浄する洗浄ユニットや、未研磨又は研磨済みの被研磨材を収容する収容ユニットが配置された研磨室38の圧力よりも小さく設定している。これは、これらの部屋のうちでこの研磨装置を含む研磨室38が最も清浄度が低い空間であるからで、前記の構成により、研磨装置に隣接するこれらの空間等に研磨装置から粒子等を含む空気が流出しないようになっている。

【0030】研磨室38には、所定の箇所に室温を検知する温度センサ48が取り付けられ、その出力も制御装置34に入力されている。制御装置34はこの検出温度と、予め入力した設定研磨温度 T_o の値に基づいて空調装置42に制御信号を送り、空調装置42の給気の温度制御を行なう。温度センサ48は、研磨室38内の雰囲気温度の代表値を測定するものが好ましく、必要に応じて複数の配置して平均値を採用するのがよい。

【0031】なお、この例では、1つの制御装置34が温度調整装置22、32及び空調装置42を制御するようにしているが、それぞれの温度調整装置、空調装置に制御装置及びセンサを設け、それらを統括して制御する機能を別のあるいはこれらの一部の制御装置に持たせるようにしてもよい。

【0032】以下に、この研磨装置における研磨温度の制御方法を具体的に説明する。この発明では、研磨液Q、研磨工具温度調整用の保温媒体Cのそれぞれの温度の他、さらに研磨空間38の温度を考慮して研磨温度を調整する。ここで「研磨温度」とは、研磨されているウエハの表面（被研磨面）と、研磨する側のテーブルの表面又はテーブル上に設けられた研磨クロスの表面が接触している接触面の温度のことである。制御方法としては、測定するパラメータ及び制御する対象を選択し、これらを組み合わせることで種々の方式が考えられる。ここでは、代表的な例をいくつか示す。

【0033】図2は、この発明の研磨温度の制御の第1の方式を示すもので、ここでは、研磨室38、研磨液Q、工具加保温媒体Cの温度が目標温度にほぼ到達したことを確認してから、研磨を開始するように制御するものである。まず、ステップ1において、コンピュータ（制御装置）34に研磨目標温度 T_o を入力する。この研磨目標温度 T_o は、研磨対象や、研磨工具、研磨液、研磨速度等の条件に合わせて予め試験等を行い、最適な値 T_o を求めておく。

【0034】予め、研磨液Qや保温媒体Cの温度がそれぞれ目標値に近くなるように予熱しておいてもよい。次に、ステップ2においてそれぞれの温度センサ48、30、20が、室温 T_r 、研磨液温度 T_q 、テーブル保温媒体温度 T_c を測定する。ステップ3においてコンピュータ34がそれぞれの測定温度が目標値に対して許容範囲内であるか否かを判断する。

【0035】少なくとも1つの測定温度が目標値に対し

て許容範囲外である場合には、ステップ4においてその該当する温度調整装置22、32又は空調装置42を動作させて温度を調整し、ステップ2に戻って再度測定を行なう。これらの温度が全て許容範囲内である場合、あるいはなかった場合には、ステップ5において研磨を開始する。研磨開始後、さらにステップ2に戻って再度測定を行ない、ステップ2、3、4→2、又はステップ2、3、5→2のループでそれぞれの温度が全て許容範囲内となるように制御を行なう。

【0036】この方式では、研磨目標温度 T_o を例えば16℃、許容範囲 t を2℃と設定すれば、供給する研磨液Qの温度、研磨テーブル12の冷却保温媒体Cの温度、及び研磨室38内の温度自体が全て 16 ± 2 ℃に維

	本発明①
研磨液温度	15
テーブル保温媒体温度	15
研磨室温度	16
研磨温度	17
研磨目標温度	16

【0039】このように、研磨液Qや研磨テーブル12の温度のみでなく、研磨室38の温度を制御することによって研磨温度を正確に制御することが分かった。研磨室38自体の温度の制御は、これに供給する空気温度を制御すればよく、これは図1に示すような通常のアキュムレータ42で行なうことが可能である。

【0040】この第1の方法は、研磨液Q、研磨テーブル保温媒体C及び研磨室38の温度を個々に設定して制御すればよいので、制御の方式としては簡単であり、実用性が高い。なお、上記の例では、いずれかの温度が過度に低下したときに、研磨の中止や警報の発生等の措置を用意していないが、そのような工程を組み込んでも良い。

【0041】次に、この発明の研磨温度の制御の第2の方式を説明する。これは、研磨空間の温度自体を制御するのではなく、これを測定パラメータとしてこれをもとに他のパラメータである研磨液Qの温度や研磨テーブル12温度を制御するものである。すなわち、研磨室38の温度が研磨目標温度 T_o より高い場合には、研磨温度は研磨液Qや研磨テーブル保温媒体温度よりも高くなる。従って、この場合は研磨空間温度の影響で昇温する部分を見込んで研磨液Qや研磨テーブル保温媒体Cの温度を低く設定する。

【0042】この方式は、研磨装置が図1のように仕切壁に区画された小さい研磨空間ではなく、通常のクリーンルームやその他のより広い部屋に配置されており、研磨装置の都合だけで空間の温度を変えるのが好ましくないような場合、あるいは、研磨空間の気密度が低く、研磨空間の温度制御が困難であるような場合に採用される。

【0043】図3は、第2の方式の制御を示すもので、

持される。これにより、研磨液Qや研磨テーブル12と空間の温度は基本的に同じ温度となるので、これらから空間に熱が移動することがないから、温度が正確に制御され、従って、それぞれの研磨対象に適合した均一な研磨速度と適正な面内均一性が得られる。

【0037】以下に、この発明の効果を示すために行った研磨温度測定の結果を示す。ここでは、研磨液Qの温度、研磨テーブル保温媒体Cの温度及び研磨室38温度を全て制御した場合（本発明）と、前二者のみを制御した場合（従来）における研磨温度つまり研磨クロス10の表面温度を示す。

【0038】

本発明②	従来
40	15
40	15
39	23
39	23
40	16

まず、ステップ1において、コンピュータ（制御装置）34に研磨目標温度 T_o を入力し、ステップ2においてそれぞれの温度センサ48、30、20が、室温 T_r 、研磨液温度 T_q 、テーブル保温媒体温度 T_c を測定し、ステップ3においてコンピュータ34がこの測定値をもとに、研磨液温度 T_q 、テーブル保温媒体温度 T_c の目標値である、 T_{qo} 、 T_{co} を、例えば、

$$T_{qo} = T_o - k_1 \Delta T, \quad T_{co} = T_o - k_2 \Delta T$$

の式に基づいて算出する。但し、 $\Delta T = T_r - T_o$ であり、 k_1 、 k_2 は実験的に求める定数である。

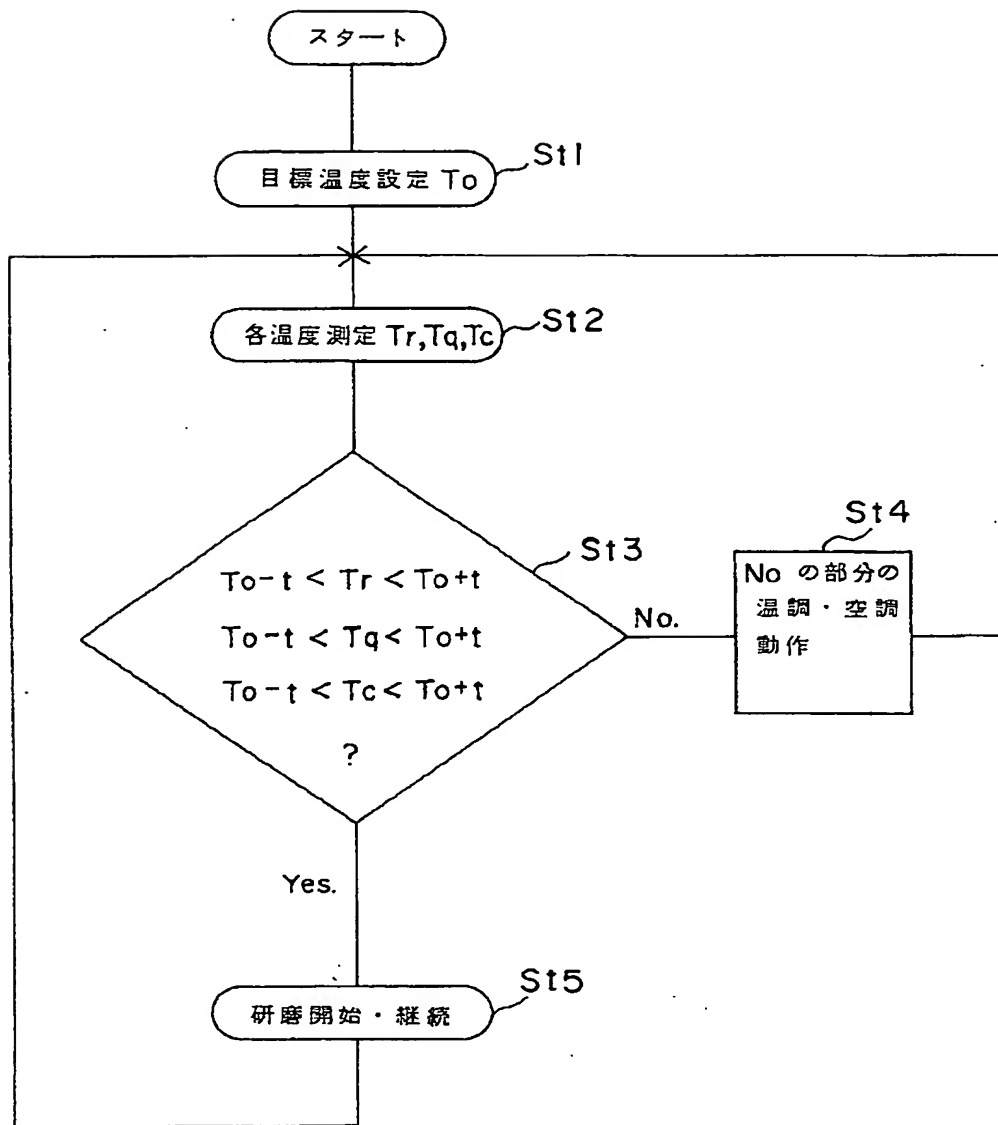
【0044】ステップ4において、測定された研磨液温度 T_q 、テーブル保温媒体温度 T_c と、それらの目標値 T_{qo} 、 T_{co} を比較し、許容範囲内でなければ、ステップ5においてその該当する温度調整装置22、32を動作させて温度を調整し、ステップ2に戻って再度測定を行なう。これらの温度が全て許容範囲内である場合、あるいはなかった場合には、ステップ6において研磨を開始する。研磨開始後、さらにステップ2に戻って再度測定を行ない、ステップ2、3、4、5→2又はステップ2、3、4、6→2のループでそれぞれの温度が許容範囲内となるように制御を行なう。

【0045】この方式では、研磨目標温度 T_o を例えば16℃、許容範囲 t を2℃と設定すれば、供給する研磨液Qの温度、研磨テーブル12の保温媒体Cの温度は、研磨空間と目標温度 T_o の差を補うような値に維持される。これにより、研磨温度は目標温度 T_o となり、温度が正確に制御され、従って、それぞれの研磨対象に適合した均一な研磨速度と適正な面内均一性が得られる。以下に、この第2の方式の場合の発明の効果を示すために行った研磨温度測定の結果を示す。

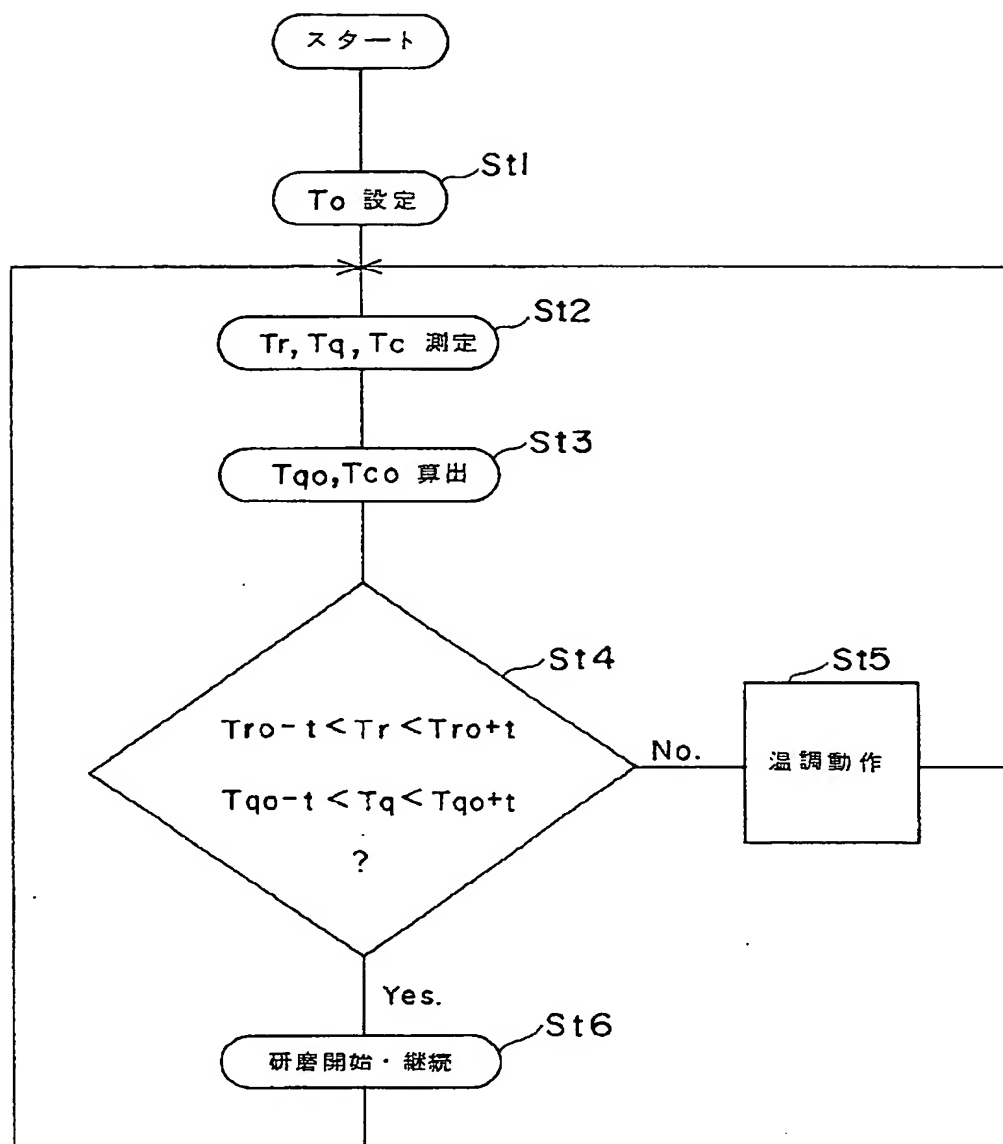
【0046】

-6-

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 穂積
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.